

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-186404

(43) 公開日 平成9年(1997) 7月15日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S	3/18		H 0 1 S 3/18	
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L 21/205	
	21/301		33/00	C
	33/00		21/78	U

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-342456

(22) 出願日 平成7年(1995) 12月28日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 堀野 和彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

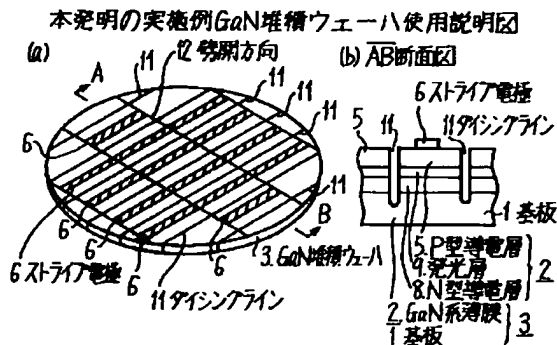
(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

(54) 【発明の名称】 GaN堆積ウェーハ及び光半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 化学的研磨が容易で、また劈開による加工が可能なGaN薄膜堆積用基板を提供する。

【解決手段】 AlN単結晶を基板1としてGaN系薄膜を堆積する。とくに(0001)面又は(1120)面を主面として主面に垂直な劈開を有する基板とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 AlN単結晶からなる基板と、該基板上に堆積された、Ga<sub>2</sub>N又はGa<sub>2</sub>N混晶からなる薄膜とを有するGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハ。

【請求項2】 請求項1記載のGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハにおいて、該基板の堆積面は、(0001)面又は(1120)面に垂直な面からなることを特徴とするGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハ。

【請求項3】 AlN単結晶の(0001)面又は(1120)面を堆積面とする基板と、該堆積面上に堆積されたGa<sub>2</sub>N又はGa<sub>2</sub>N混晶からなる薄膜と、該堆積面に垂直に劈開された該薄膜の劈開面とを有する光半導体装置。

【請求項4】 請求項3記載の光半導体装置において、該薄膜の劈開面からなる光学的平面を有することを特徴とする光半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、AlN基板上にGa<sub>2</sub>N又はその混晶からなる薄膜が堆積されたGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハ、及びAlN基板上に堆積されたGa<sub>2</sub>N又はその混晶からなる薄膜を有する光半導体装置に関する。

【0002】基板上に堆積されたGa<sub>2</sub>N又はGa<sub>2</sub>Nの混晶系薄膜は、短波長の光素子、例えば青色光から紫外光に至る光の発光素子及び受光素子に使用されている。しかし、Ga<sub>2</sub>N系薄膜を光素子として利用するには、優れた結晶性を有する薄膜が堆積され、かつダイシング又は光学的平面を形成するに便利な劈開を利用できる基板上に堆積することが好ましい。

【0003】このため、優れた結晶性を有しかつ劈開による加工ができるGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハが、並びに結晶性が良いGa<sub>2</sub>N薄膜を用いることで光素子特性のばらつきが少ない光半導体装置、加えて劈開による加工を利用することで製造容易な光半導体装置が要望されている。

## 【0004】

【従来の技術】本明細書において、「Ga<sub>2</sub>N堆積ウエーハ」とは、基板上にGa<sub>2</sub>N薄膜が堆積されたウエーハをいう。また、「Ga<sub>2</sub>N系」とは、Ga<sub>2</sub>N及びGa<sub>2</sub>N混晶をいう。

【0005】従来、Ga<sub>2</sub>Nは大型単結晶の製造が困難とされ、Ga<sub>2</sub>N系薄膜は大型単結晶を容易に製造できるサファイア基板上に堆積されていた。しかし、Ga<sub>2</sub>Nとサファイア基板との格子不整合が大きいため、通常はサファイア基板上に格子不整合を緩和するバッファ層が設けられる。このバッファ層には、AlN層又は低温で堆積されたGa<sub>2</sub>N層が用いられ、比較的良好な結晶性を有するGa<sub>2</sub>N薄膜が堆積されている。この他、Ga<sub>2</sub>N堆積ウエーハの基板として、SiC基板又は多結晶AlN基板が、AlN層のバッファ層を堆積して用いられている。

【0006】しかし、従来のこれらの基板は、素子製造

上の観点から以下のような問題があった。即ち、サファイア基板は劈開を有しないため、素子製造工程において劈開を利用した加工をすることができない。このため、光学的平面を必要とする場合には切断、研磨により平面加工をしなければならず、劈開による加工に比べて製造工程が複雑になり、また精密な平面を形成することが難しかった。このため素子の加工精度が劣り素子特性のばらつきが大きいという問題があった。かかる問題は、劈開による加工ができない多結晶AlN基板についても同じである。

【0007】他方、SiC基板は、劈開することができ、その上に堆積されたGa<sub>2</sub>N薄膜の結晶性も良好である。しかし、SiCは酸及びアルカリに対して安定であるため、化学的に研磨することができずSiC基板表面の研磨傷を除去することが難しい。このため、SiC基板上に堆積されたGa<sub>2</sub>N薄膜の表面には、研磨傷を反映した溝が発生する。この溝は素子特性を変動させ、素子特性のばらつきを大きくするという問題があった。

【0008】上述した劈開及び研磨の容易性の観点とは別に、Ga<sub>2</sub>N単結晶を基板として使用することで格子定数を整合させるべく、Ga<sub>2</sub>Nの単結晶の製造が試みられている。しかし、Ga<sub>2</sub>Nは、酸及びアルカリとの反応性が小さく化学的研磨が困難である。このため、基板として使用した場合に、基板表面の研磨傷を除去することが難しく、上述したSiC基板と同じ問題を生ずる。さらにGa<sub>2</sub>Nは高温で分解し易いため高温高圧下で製造しなければならず、単結晶の製造が困難である。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来のGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハでは、劈開性を有しないサファイア基板又は多結晶AlN基板を用いるため、劈開による精密な加工を利用することができず、素子特性がばらつくという問題がある。また、SiC基板又はGa<sub>2</sub>N基板を用いるものは、基板の化学的研磨が難しいため、基板上に堆積したGa<sub>2</sub>N薄膜の表面に溝が発生して素子特性が大きくばらつくという問題がある。

【0010】本発明は、Ga<sub>2</sub>N系薄膜を堆積する基板として劈開を有しかつ化学的研磨も容易であるAlN単結晶基板を用いることにより、優れた結晶性を有するGa<sub>2</sub>N系薄膜が堆積されたGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハの提供、及び優れた結晶性を有するGa<sub>2</sub>N系薄膜が堆積されかつ劈開による加工ができるGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハの提供、並びに素子特性のばらつきが小さくかつ製造容易な光半導体装置の提供を目的としている。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】図2は本発明の実施例Ga<sub>2</sub>N堆積ウエーハ使用説明図であり、図2(a)は斜視図によりGa<sub>2</sub>N堆積ウエーハを使用した半導体レーザの製造工程におけるダイシング及び劈開の方向を表しており、また図2(b)はAB断面図によりGa<sub>2</sub>N堆積ウエ

一ハの積層構造を表している。図3は、本発明の実施例半導体レーザ斜視図であり、Ga<sub>N</sub>堆積ウエーハ上に作製され、劈開面を利用して製造された半導体レーザを表している。

【0012】上記課題を解決するために本発明の第一の構成は、図2を参照して、Al<sub>1</sub>N単結晶からなる基板1と、該基板1上に堆積された、Ga<sub>N</sub>又はGa<sub>N</sub>混晶からなる薄膜2とを有するGa<sub>N</sub>堆積ウエーハ3として構成し、及び、第二の構成は、第一の構成のGa<sub>N</sub>堆積ウエーハ3において、該基板1の堆積面は、(0001)面又は(1120)面に垂直な面からなることを特徴として構成し、及び、第三の構成は、図3を参照して、Al<sub>1</sub>N単結晶の(0001)面又は(1120)面を堆積面とする基板1と、該堆積面上に堆積されたGa<sub>N</sub>又はGa<sub>N</sub>混晶からなる薄膜2と、該堆積面に垂直に劈開された該薄膜の劈開面4aとを有する光半導体装置として構成し、及び、第四の構成は、第三の構成の光半導体装置において、該薄膜の劈開面4aからなる光学的平面を有することを特徴として構成する。

【0013】本発明の第一の構成では、Ga<sub>N</sub>系薄膜をAl<sub>1</sub>N単結晶からなるAl<sub>1</sub>N基板上に堆積する。Al<sub>1</sub>Nは、酸及びアルカリに可溶であるため、化学的研磨又は化学機械的研磨を施すことができる。このため、機械的に研磨されたAl<sub>1</sub>N基板表面の研磨傷を、化学的に、例えばエッチングにより除去することができる。従って、Al<sub>1</sub>N基板上に堆積されたGa<sub>N</sub>系薄膜は平坦であり、かつ結晶欠陥が少ない。従って、本構成に係るGa<sub>N</sub>堆積ウエーハを用いて製造された半導体素子は、素子特性のばらつきが少ない。

【0014】本発明の第二の構成に係るGa<sub>N</sub>堆積ウエーハは、第一の構成に係るAl<sub>1</sub>N基板の主面を(0001)面又は(1120)面に垂直な面とし、この主面上にGa<sub>N</sub>系薄膜が堆積されている。かかる構成のウエーハでは、上記の第一の構成による効果の他、次に説明するように劈開によるウエーハの分割が容易になる。

【0015】図1は、Al<sub>1</sub>N結晶の劈開面を表す図であり、Al<sub>1</sub>N単結晶の主要な劈開面を表している。図1(a)を参照して、Al<sub>1</sub>Nの最も容易に劈開する劈開面4aは(1100)面であり、この劈開面4aはC軸、即ち<0001>方位に平行な六角柱の柱面をなす。Al<sub>1</sub>Nの他の劈開面4bは、図1(b)を参照して、(1120)面であり、C軸に平行しかつ(1100)面に垂直である。また、(1120)面に垂直な(1100)面が存在する。従って、(0001)面又は(1120)面に垂直な面を主面とする本構成のウエーハでは、主面に垂直方向に劈開することができるので、ウエーハを劈開により容易に分割することができる。なお、基板上に堆積する層の劈開方向は基板の劈開方向に一致するので、劈開による分割の妨げとはならない。

【0016】本発明の第三の構成に係る光半導体装置で

は、(0001)面又は(1120)面を主面とするAl<sub>1</sub>N単結晶基板上に堆積されたGa<sub>N</sub>薄膜を有する。かかる主面を有するAl<sub>1</sub>N単結晶基板は、主面に垂直な劈開面を有する。従って、基板を主面に垂直な劈開面で劈開して方形のチップに分割することができるから、チップの製造が容易である。また、かかる劈開面は平坦であるから優れた光学面として利用することができる。さらに、Al<sub>1</sub>N基板の化学研磨により良質のGa<sub>N</sub>薄膜を堆積できる。このため本構成の光半導体装置は、素子特性のばらつきが小さい。

【0017】本発明の第四の構成では、第三の構成に係る光半導体装置の劈開面を光学的平面とする面、例えば光の入出射用窓又は光共振器の反射面とした面を有する。この光学的平面は劈開面で形成されるから、製作が容易でかつ平坦な光学面となる。従って、優れた光部品、例えば光共振器が形成されるから、光半導体装置の素子特性のばらつきが少ない。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明を、半導体レーザに適用した実施例を参照して説明する。本発明の第一実施形態は、Al<sub>1</sub>N単結晶基板上にGa<sub>N</sub>系薄膜が堆積されたGa<sub>N</sub>ウエーハに関する。

【0019】図2を参照して、Al<sub>1</sub>N単結晶からなるAl<sub>1</sub>N基板1の(0001)面からなる主面を、機械的研磨により平坦面とする。次いで、Al<sub>1</sub>N基板1の主面を洗浄、乾燥させた後、基板をアンモニア、過酸化水素水及び水をそれぞれ1:2:3の容積比で混合したエッチャントに5分間攪拌しつつ浸漬し、研磨面を化学的にエッチングする。なお、上記エッチャントに代えて、硫酸、過酸化水素水及び水をそれぞれ2:1:1の容積比で混合したエッチャントを用いることもできる。

【0020】次いで、水洗し、乾燥したAl<sub>1</sub>N基板1上に、有機金属気相成長法によりGa<sub>N</sub>系薄膜を堆積してGa<sub>N</sub>堆積ウエーハ3を製造した。なお、このGa<sub>N</sub>系薄膜の堆積に先立ち、40Torrの水素雰囲気中で1100℃に加熱してAl<sub>1</sub>N基板表面を清浄した。堆積は、例えばAl<sub>1</sub>N系薄膜としてAl<sub>0.03</sub>Ga<sub>0.97</sub>N薄膜を堆積する場合、成長温度1000℃とし、キャリアガスとして水素を1~2リットル/分流し、これにトリメチルガリウムを20μモル/分、トリメチルアルミニウムを5μモル/分、アンモニアを0.8モル/分の流量で加えて反応ガスとすることでなされた。

【0021】この条件で堆積されたAl<sub>0.03</sub>Ga<sub>0.97</sub>N薄膜のX線回折におけるロッキングカーブの半値幅は、CuKα線の(0002)回折線で略100秒であった。これは、従来のサファイア基板上にAl<sub>1</sub>Nバッファ層を介在させてGa<sub>N</sub>系結晶を堆積した場合の半値幅、200秒~300秒に比較して狭く、結晶性が優れていることを示している。また、Al<sub>1</sub>N基板表面及び堆積したAl<sub>0.03</sub>Ga<sub>0.97</sub>N薄膜表面には、研磨傷に起因する

5

欠陥は見られず平坦であった。なお、本実施形態に係るGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハは、ウェーハ表面に垂直な(1100)面又は(1120)面で劈開することができる。

【0022】上述した本発明の第一実施形態において、(0001)を主面とするAlN基板に代えて、(1120)面を主面とすることもできる。この場合にも主面に垂直な劈開面が存在するため、ウェーハの分割又は加工が容易である。

【0023】なお、第一実施形態では主面を(0001)としたが、ウェーハの劈開が問題とされない用途では他の結晶面を主面とすることもでき、この場合にも結晶性が優れたGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系薄膜が堆積されたGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハが製造される。

【0024】本発明の第二実施形態は、劈開面を光学的平面として利用する光半導体装置に関し、光共振器の反射面を劈開面とする半導体レーザに関する。本実施形態では、図2を参照して、主面を(0001)とするAlN基板1上に、N型導電層8、発光層9、及びP型導電層5を積層してなるGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系薄膜2を堆積して製造されたGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハ3を用いる。まず、Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系薄膜2のP型導電層5上に、<1100>方向に延在するストライプ電極6を形成する。次いで、Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハ3の表面に<1100>方向のダイシングライン11の溝を形成し、この溝に沿って(1120)劈開面を利用してGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハ3を薄板条状に分割する。次いで、ダイシングライン11に垂直な(1100)劈開面に沿って劈開し、図3を参照して、この劈開面4aを反射面とするストライプ半導体レーザを製造する。次いで、AlN基板1の裏面に裏面電極7を形成し、半導体レーザを製造する。かかる半導体レーザは、劈開面を

6

光学的面とするから製造後の素子特性のばらつきが小さい。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、化学的研磨ができるAlN単結晶をGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系薄膜を堆積したGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハを提供できる。また、AlN基板の主面を劈開面に垂直な結晶面を選択することで、劈開によるウェーハの分割が可能なGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハを提供できる。さらに、本発明の光半導体装置では劈開面を光学的平面として利用するから、素子特性のばらつきが少ない光半導体装置を提供することができる。従って、本発明は光半導体装置の性能向上に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 AlN結晶の劈開面を表す図

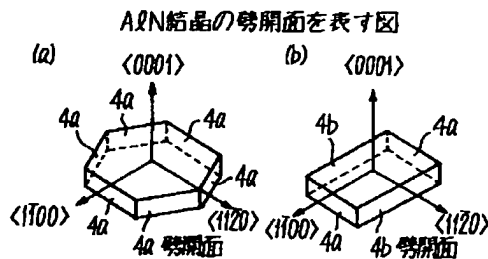
【図2】 本発明の実施例Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハ使用説明図

【図3】 本発明の実施例半導体レーザ斜視図

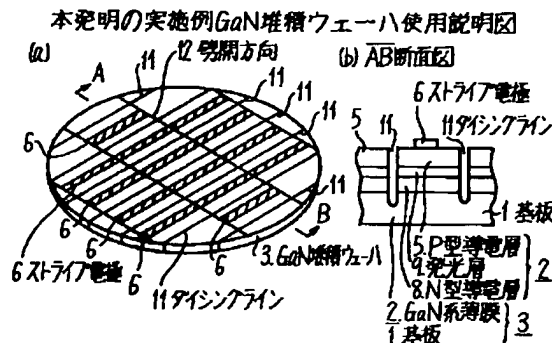
【符号の説明】

- 1 基板(AlN基板)
- 2 Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系薄膜
- 3 Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>堆積ウェーハ
- 4a, 4b 劈開面
- 5 導電層
- 6 ストライプ電極
- 7 裏面電極
- 8 N型導電層
- 9 発光層
- 11 ダイシングライン
- 12 劈開方向

【図1】



【図2】



【図3】

本発明の実施例半導体レーザ斜視図

